

SURFACE PROCESSING METHOD, OPTICAL ELEMENT, AND METAL MOLD THEREFOR

Patent number: JP2004317922
Publication date: 2004-11-11
Inventor: OMORI SHIGETO
Applicant: MINOLTA CO LTD
Classification:
- international: **G02B1/11; G03F7/20; G02B1/10; G03F7/20; (IPC1-7):**
G02B1/11; G03F7/20
- european:
Application number: JP20030113963 20030418
Priority number(s): JP20030113963 20030418

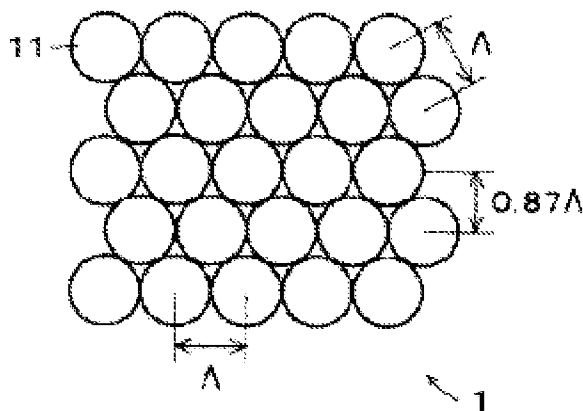
Report a data error here

Abstract of JP2004317922

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a nonreflective structure, formed of an array of fine conic projection or recessed parts, that has high antireflective property and does not diffract even short-wavelength light.

SOLUTION: Conic projection parts (11) are formed on a surface of a substrate through exposure, development, and dry etching of resist provided on a substrate by a double-beam interference method. The exposure of the resist by the double-beam interference method is carried out only twice and directions of interference fringes are given a 60[deg.] angle difference between the first exposure and second exposure. The obtained conic projection parts are in hexagonal close arrangement to make parts surrounded with projection parts small and shorten distances between projection parts, thereby suppressing both reflection and diffraction.

COPYRIGHT: (C)2005,JPO&NCIP



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-317922

(P2004-317922A)

(43) 公開日 平成16年11月11日(2004. 11. 11)

(51) Int. Cl. ⁷

G02B 1/11

G03F 7/20

F 1

G02B 1/10

A

G03F 7/20

501

テーマコード (参考)

2H097

2K009

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2003-113963 (P2003-113963)

(22) 出願日 平成15年4月18日 (2003. 4. 18)

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル

(74) 代理人 100085501

弁理士 佐野 静夫

(74) 代理人 100111811

弁理士 山田 茂樹

(72) 発明者 大森 滋人

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

Fターム(参考) 2H097 CA12 LA17

2K009 AA12 BB02 BB11 DD05 DD12

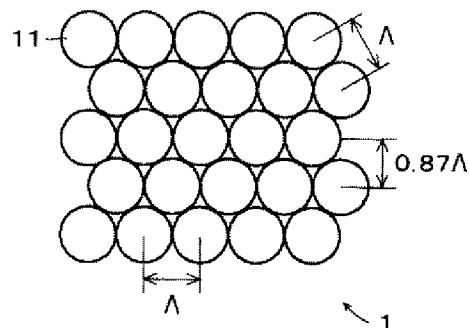
(54) 【発明の名称】 表面加工方法ならびに光学素子およびその金型

(57) 【要約】

【課題】微細な円錐状の凸部または凹部の配列からなる無反射構造であって、反射防止能が高く、短波長の光に対しても回折を生じさせないものを実現する。

【解決手段】基板上に設けたレジストの二光束干渉法による露光、現像、およびドライエッチングによって基板の表面に円錐状の凸部(11)を形成する。二光束干渉法によるレジストの露光は2回のみ行い、1回目の露光と2回目の露光で干渉縞の方向に60°の角度差をもたせる。得られる円錐状の凸部は六方細密配置となり、凸部に囲まれる部位は小さく、凸部間の距離も短くなって、反射、回折共に抑えられる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項1】**

物体の表面に微細な円錐状の凸部を複数並べて形成する表面加工方法であって、物体の表面にレジストを設けて露光と現像によりマスクパターンを形成し、エッチングにより物体の表面を加工するものにおいて、

露光を二光束干渉法によって2回のみ行うとともに、1回目の露光と2回目の露光とで二光束の干渉縞の方向に 40° 以上かつ 80° 以下の角度差をもたせることを特徴とする表面加工方法。

【請求項2】

ネガティブ型のレジストを用い、レジスト自体をマスクとするドライエッチングにより物体の表面を加工することを特徴とする請求項1に記載の表面加工方法。

【請求項3】

光を透過させる表面を有する光学素子を成型により作製するための金型において、光学素子の表面が透過させる光の波長以下の大きさの微細な円錐状の凸部が、請求項1または請求項2に記載の表面加工方法によって、複数形成されていることを特徴とする光学素子の金型。

【請求項4】

光を透過させる表面を有する光学素子を成型により作製するための金型において、光学素子の表面が透過させる光の波長以下の大きさの微細な円錐状の凸部が、請求項1または請求項2に記載の表面加工方法によって形成されている物体を原型として作製され、表面に微細な円錐状の凹部を複数有することを特徴とする光学素子の金型。

【請求項5】

光を透過させる表面を有する光学素子において、請求項3または請求項4に記載の金型を用いる成型によって作製され、光を透過させる表面に、その光の波長以下の大きさの微細な円錐状の凹部または凸部を複数有することを特徴とする光学素子。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、光を透過させる表面に反射防止のための微細構造を有する光学素子およびその金型、ならびに微細構造形成のための表面加工方法に関する。

【0002】**【従来の技術】**

光を透過させるレンズ等の透過型の光学素子では、光の反射を抑えるために、表面にコーティングを施すことが行われてきた。しかし、反射を低く抑えるためには光の波長に合ったコートが必要であり、広い波長範囲の光を透過させる用途では必然的にコートを多層設けなければならない、作製に時間を要するとともに、コスト増を招いていた。

【0003】

近年では、透過型の光学素子の表面に光の波長以下の大きさの微細な円錐状の凸部または凹部を多数設けることにより、反射を抑えることが提案されている。光の反射は屈折率の急激な変化に起因して生じるが、光の波長以下の微細な斜面を現出する円錐状の凹凸は、屈折率を徐々に変化させることになり、反射防止に有効である。このような構造は無反射構造と呼ばれ、反射率を1%未満にまで抑えることができる。

【0004】

従来の無反射構造を図6(a)の斜視図および(b)の平面図に示す。円錐状の凸部11の配列ピッチ Λ は、例えば、可視光(波長400~700nm)を透過させる光学素子の場合、150~300nmに設定される。凸部11の高さは、配列ピッチ Λ と同程度またはそれ以上とされる。

【0005】

無反射構造の作製工程を図7に示す。まず、基板21上にレジスト22を塗布し(a)、

露光および現像によりレジスト22にマスクパターンを現出する(b)。マスクパターンは、二光束干渉法による露光を複数回行うことにより、離間した開口を有する形状としておく。

【0006】

二光束干渉法によるレジスト22の露光方法を図8に示す。コヒーレントな二光束が重なり合う面上では、二光束の成す角度に応じた縞状の明暗パターンが発生する。この面上に感光材料であるレジストを配置すれば、縞状のパターンをレジストに記録することができる。露光量を多くして1回露光し、現像処理を行うと、レジストは縞状の凹凸となるが、各回の露光量を少なくし、かつ、縞状のパターンの方向が各回で相違するように複数回の露光を行うことで、2次元配列のドット状の凹凸を得ることができる。図示したように、二光束が $\pm\theta$ の入射角でレジストに入射する場合、凹凸の配列ピッチ Λ と二光束の波長 λ との関係は次のようになる。

$$\Lambda = \lambda / (2 \cdot \sin \theta)$$

【0007】

マスクパターン形成後、図7に示すように、露出した基板21の表面と残存するレジスト22の表面にクロム23を蒸着し(c)、リフトオフ法によってレジスト22をその表面のクロム23と共に除去する(d)。これで基板21上のクロム23のみが残り、これがマスクとなる。次いで、ドライエッチングを行って基板21を加工する。エッチングはマスクであるクロム23から遠い部位ほど速やかに進行し、マスクを頂点とする円錐状の凸部が形成される。最後にクロム23をウェットエッチングにより除去して、無反射構造を得る(e)。

【0008】

なお、特開2001-272505号公報には、基板よりも遅い速度でエッチングされる材料をマスクとして用いて、マスクが消滅するまでエッチングを行うことにより、円錐状の凸部の頂点を一層鋭くする技術が開示されている。

【0009】

上記の方法で光学材料を処理して光学素子を直接作製することも可能であるが、上記の方法によって金型を作製し、これを用いる成型によって光学素子を作製する方が量産性に優れる。その場合、金型の表面に円錐状の凸部が形成され、光学素子の表面には円錐状の凹部が形成されることになる。凸部であっても凹部であっても、反射防止能は同等である。

【0010】

【特許文献1】特開2001-272505号公報

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

従来、レジストの露光は、図9に示すように、1回目の露光で生じる干渉縞S1と2回目の露光で生じる干渉縞S2が垂直になるように行っている。したがって、従来の無反射構造では、図6(b)の平面図に示すように、円錐状の凸部や凹部が直交する2方向に配列されており、これらの2方向については隣り合う凸部の下端や凹部の上端が接し合うが、斜め方向については接し合わない。このため、4つの凸部で囲まれる部位が平面になり易い。無反射構造は屈折率を徐々に変化させることにより、反射を防止するものであるから、屈折率の急激な変化をもたらす平面の表面は、その機能を低下させる。4つの凸部で囲まれた部位の面積は表面全体の21%を占め、この部位が完全に平面であれば、これから計算される反射率は0.3%となる。

【0012】

また、光の波長程度以上の間隔で規則正しく配列された凹凸や濃淡は光を回折させるが、無反射構造では、凸部や凹部の配列ピッチ Λ を光の波長以下とすることで、回折の発生を避けるようにしている。ところが、斜め方向における凸部や凹部の間隔は、直交する2方向の配列ピッチ Λ の1.4倍になるため、透過させる光の波長が短い場合は回折が生じ易い。回折光は、ゴーストやフレアとなるため、できるだけ抑えることが望ましい。配列ピッチ Λ をより小さくすれば、直交する2方向に凹部や凸部を配列しても回折の発生を避け

ることは可能であるが、現在の技術では、凸部の高さや凹部の深さをある程度保ちながら配列ピッチ Λ をさらに小さくすることは困難である。

【0013】

本発明は、このような問題点に鑑みてなされたもので、反射防止能が一層高く、短波長の光に対しても回折を生じさせない無反射構造を有する光学素子を提供することを目的とする。また、そのような無反射構造の作製に適する表面加工方法を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明では、物体の表面に微細な円錐状の凸部を複数並べて形成する表面加工方法であって、物体の表面にレジストを設けて露光と現像によりマスクパターンを形成し、エッチングにより物体の表面を加工するものにおいて、露光を二光束干渉法によって2回のみ行うとともに、1回目の露光と2回目の露光とで二光束の干渉縞の方向に 40° 以上かつ 80° 以下の角度差をもたせるようにする。

【0015】

この方法では、二光束の干渉縞が $60^\circ \pm 20^\circ$ の角度を成すように2回の露光を行う。干渉縞の成す角度がこの範囲の中間の 60° のとき、エッチングによって形成される円錐状の凸部は六方細密配置となり、各円錐状の凸部は周囲の6つの凸部と接する。3つの凸部で囲まれ平面に近くなる部位は、直交する2方向に凸部を配列する構造に比べて小さくなる。また、近隣の凸部間の最長距離は配列ピッチに等しくなり、凸部の一方の配列方向に垂直な方向の凸部の間隔は配列ピッチよりも小さくなる。さらに、露光を3回行うと、先の2回の露光で生じた干渉縞の潜像によって露光用の光が回折してマスクパターンに乱れが生じ、凸部の形状や配列が不規則になり易いが、露光を2回に止めることで、これを防止することができる。

【0016】

ここで、ネガティブ型のレジストを用い、レジスト自体をマスクとするドライエッチングにより物体の表面を加工するようにするとよい。少ない工程数で処理を行うことができる。

【0017】

本発明ではまた、光を透過させる表面を有する光学素子を成型により作製するための金型は、光学素子の表面が透過させる光の波長以下の大きさの微細な円錐状の凸部が、上記の表面加工方法によって、複数形成されているものとする。

【0018】

この金型は、平面に近い部位が少なく、凸部間の距離が短く、凸部の形状や配列の規則性も高くなるから、反射率が低く回折も生じ難い光学素子を得ることができる。光学素子は表面に円錐状の凹部を有することになる。

【0019】

本発明では、また、光を透過させる表面を有する光学素子を成型により作製するための金型は、光学素子の表面が透過させる光の波長以下の大きさの微細な円錐状の凸部が、上記の表面加工方法によって形成されている物体を原型として作製され、表面に微細な円錐状の凹部を複数有するものとする。

【0020】

この金型も、平面に近い部位が少なく、凹部間の距離が短く、凹部の形状や配列の規則性も高くなるから、反射率が低く回折も生じ難い光学素子を得ることができる。光学素子は、原型と同様、表面に円錐状の凸部を有することになる。

【0021】

本発明ではさらに、光を透過させる表面を有する光学素子は、上記の金型を用いる成型によって作製され、光を透過させる表面に、その光の波長以下の大きさの微細な円錐状の凹部または凸部を複数有するものとする。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施形態について図面を参照しながら説明する。本実施形態で得られる無反射構造1の平面図を図1に示す。円錐状の凸部11が、互いに 60° を成す3方向にピッチ Λ で規則正しく配列されており、各凸部11の下端は周囲の6つの凸部11の下端と接しており、凸部11は六方細密配置となっている。

【0023】

3つの凸部11で囲まれた部位は平面に近いが、この部位の面積は表面全体の9%に過ぎず、これから計算される反射率は0.05%となる。これは、図6に示した従来の無反射構造の反射率の $1/5$ 以下である。

【0024】

また、隣り合う凸部11間の距離は全て配列ピッチ Λ であり、凸部11の配列方向に対して垂直な方向の凸部間の距離は配列ピッチ Λ の0.87倍である。したがって、配列ピッチ Λ を従来と同じにしても、回折は生じ難い。

【0025】

以下、無反射構造1の作製方法について説明する。無反射構造1はマスクを用いるエッチングによって基板の表面を加工することにより作製する。マスクパターンは、基板上にレジストを設けておき、二光束干渉法によってレジストを露光することにより形成する。レジストとしては、ポジティブ型を採用することもネガティブ型を採用することも可能である。

【0026】

ポジティブ型のレジストを用いる場合の無反射構造の作製手順は、図7に示した従来のものとほぼ同様である。まず、基板21上にレジスト22を塗布し、二光束干渉法による露光および現像によりレジスト22にマスクパターンを現出する。次いで、表面全体にクロム23を蒸着し、アセトン等の溶剤に浸してレジスト22とその表面のクロム23を除去し(リフトオフ)、基板21上に残存するクロム23をマスクとしてドライエッチングを行って基板21を加工する。クロム23が消失した時点でエッチングを終了し、または円錐状の凸部11の下端が隣同士接した時点でエッチングを終了して、ウェットエッチングによりクロム23を除去する。

【0027】

二光束干渉法によるレジストの露光は2回行い、1回目の露光と2回目の露光で、干渉縞の方向が 60° 相違するように、レジスト22を設けた基板21と光源との相対的な向きを違える。また、1回の露光のみでは露光不足となるように、二光束の光量を設定しておく。2回の露光の方向を図2の(a)に示す。図2(a)において、S1は1回目の露光で生じる干渉縞を表し、S2は2回目の露光で生じる干渉縞を表す。

【0028】

ポジティブ型のレジスト22では、これらの干渉縞S1、S2の交差する部位Pが現像によって消失することになり、リフトオフ後には、この部位Pのクロム23が基板21に残る。基板21上に残ったクロム23を図2の(b)に示す。

【0029】

ネガティブ型のレジスト22を用いる場合、現像後に残ったレジスト22自体をマスクとして用いることができる。レジスト22がネガティブ型の場合の無反射構造1の作製手順は次のようになる。まず、基板21上にレジスト22を塗布し、二光束干渉法による露光および現像によりレジスト22にマスクパターンを現出する。二光束干渉法による露光は、ポジティブ型の場合と全く同様に行う。露光後、現像処理を行い、基板21上に残ったレジスト22をマスクとしてドライエッチングにより基板21を加工する。マスクとしてのレジスト22が消失した時点でエッチングを終了し、または円錐状の凸部11の下端が隣同士接した時点でエッチングを終了して、レジスト22除去する。

【0030】

2回の露光の方向を図3の(a)に示す。ネガティブ型のレジスト22では、1回目の露光で生じる干渉縞S1と2回目の露光で生じる干渉縞S2が交差する部位Pが、現像後に

残る。現像後に基板21上に残ったレジスト22を図3の(b)に示す。

【0031】

なお、ネガティブ型のレジスト22を用いる場合は、図4の断面図に示すように、基板21上にクロム等のマスク材料24を蒸着しておき、その上にレジスト22を塗布して、マスクパターンを形成してもよい。エッチングによりレジスト22が減少していく間に露出しているマスク材料24は消失し、レジスト22の下方に位置するマスク材料24が新たに露出して、これをマスクとするエッチングが進行する。

【0032】

無反射構造1を有する光学素子は、ガラス、樹脂等の光学材料の表面を加工して直接作製することができるが、無反射構造1と相補的な形状を有する金型を作製し、これを用いる成型によって作製する方が、量産性の面で効率がよく、利用可能な材料の種類の中でも好ましい。上記の方法で光学素子を直接作製すれば、表面に微細な円錐状の凸部11を有する光学素子が得られ、上記の方法で金型を作製し、成型によって光学素子を作製すれば、表面に微細な円錐状の凹部を有する光学素子が得られる。

【0033】

上記の方法によって、円錐状の凸部11を有する光学素子の原型を作製し、その形状を転写することによって円錐状の凹部を有する金型を作製し、この金型を用いる成型によって光学素子を作製することも可能である。

【0034】

円錐状の凸部を形成した場合、凹部(3つの凸部に囲まれた部位)の下端が平面に近くなり、円錐状の凹部を形成した場合、凸部(3つの凹部に囲まれた部位)の上端が平面に近くなるが、前述のようにこれらの部位の面積は小さいから、高い反射防止能が得られる。作製に際し、隣り合う円錐状の凸部の下端が接した時点でエッチングを終了せずに、もう少しエッチングを続けて、平面に近い部位の面積をさらに少なくするようにしてもよい。このようにすると、一層高い反射防止能が得られる。

【0035】

二光束干渉による露光を複数回行うと、先の露光で生じた干渉縞の潜像により、後の露光の光が回折される。ここで、先の露光で斜交する2種の干渉縞が形成されていると、回折した光が干渉して、不要な干渉縞が生じる。六方細密配置は、干渉縞が互いに 60° の角度を成すように3回の露光を行うことでも実現できるが、そのようにすると、3回目の露光では、図5に示すように、1回目の露光で生じた干渉縞S1の潜像による回折光D1と、2回目の露光で生じた干渉縞S2の潜像による回折光D2が発生し、これらが干渉して、3回目の露光で生じさせる干渉縞と平行に、不要な干渉縞が発生することになる。

【0036】

不要な干渉縞が生じると、マスクの形状や配列が不規則になって、得られる円錐状の凸部11の形状や配列も不規則になり易い。このような事態は、反射防止能の低下を招く。そこで、本発明では、二光束干渉法による露光を2回に止める。そして、2回のみで十分な露光量となるように二光束の光量を設定しておく。

【0037】

なお、本実施形態では、2回の露光で生じる干渉縞の方向を 60° 相違させるようにしているが、干渉縞の方向は $60^\circ \pm 20^\circ$ の範囲内とすればよい。この角度範囲内では、六方細密配置に近い配置で円錐状の凸部11を形成することが可能であり、また、斜め方向の不要回折光を抑えながら、材料に応じたより適切な露光条件を設定することが容易である。円錐状の凸部11または凹部を六方細密配置またはこれに近い配置とすることは、マスクパターンを電子線描画等の二光束干渉法以外の方法で形成する場合にも、反射率の低減、回折の低減の両面で有用である。

【0038】

【発明の効果】

物体の表面に微細な円錐状の凸部を複数並べて形成する表面加工方法であって、物体の表面にレジストを設けて露光と現像によりマスクパターンを形成し、エッチングにより物体

の表面を加工するものにおいて、本発明のように、露光を二光束干渉法によって2回のみ行くとともに、1回目の露光と2回目の露光とで二光束の干渉縞の方向に 40° 以上かつ 80° 以下の角度差をもたせるようにすると、六方細密配置またはこれに近い配置で円錐状の凸部を形成することが可能であり、平面に近くなる部位を小さくし、凸部間の間隔も小さくすることができる。しかも、凸部の形状や配列の規則性を高く維持することができる。

【0039】

ネガティブ型のレジストを用い、レジスト自体をマスクとするドライエッチングにより物体の表面を加工するようにすると、少ない工程数で処理を行うことができる。

【0040】

光を透過させる表面を有する光学素子を成型により作製するための金型において、光学素子の表面が透過させる光の波長以下の大きさの微細な円錐状の凸部が、本発明の表面加工方法によって、複数形成されているものとする、平面に近い部位が少なく、凸部間の距離が短く、凸部の形状や配列の規則性も高いから、反射率が低く回折も生じ難い光学素子を得ることができる。

【0041】

光を透過させる表面を有する光学素子を成型により作製するための金型において、光学素子の表面が透過させる光の波長以下の大きさの微細な円錐状の凸部が、本発明の表面加工方法によって形成されている物体を原型として作製され、表面に微細な円錐状の凹部を複数有するものとしても、平面に近い部位が少なく、凹部間の距離が短く、凹部の形状や配列の規則性も高いから、反射率が低く回折も生じ難い光学素子を得ることができる。

【0042】

光を透過させる表面を有する光学素子を、本発明の金型を用いる成型によって作製され、光を透過させる表面に、その光の波長以下の大きさの微細な円錐状の凹部または凸部を複数有するものとする、波長が短い光に対しても、反射や回折を生じさせずに透過させる素子となる。例えば、青色レーザー光を用いるDVDの光ピックアップに好適である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態で得られる無反射構造を示す平面図。

【図2】上記無反射構造を作製する際の二光束干渉法によるポジティブ型のレジストの2回の露光の方向と、リフトオフ後に基板上に残るマスクを示す平面図。

【図3】上記無反射構造を作製する際の二光束干渉法によるネガティブ型のレジストの2回の露光の方向と、現像後にマスクとして基板上に残るレジストを示す平面図。

【図4】上記無反射構造を作製する際に基板とネガティブ型のレジストの間にマスク材料を介装しておく方法を示す断面図。

【図5】二光束干渉法による露光を3回行った場合に、3回目の露光で生じる回折光を示す平面図。

【図6】従来の無反射構造を示す斜視図および平面図。

【図7】無反射構造の作製工程を示す断面図。

【図8】二光束干渉法によるレジストの露光方法を示す図。

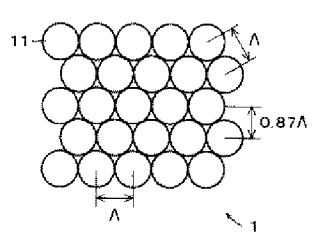
【図9】従来の無反射構造を作製する際の二光束干渉法によるレジストの露光の方向を示す平面図。

【符号の説明】

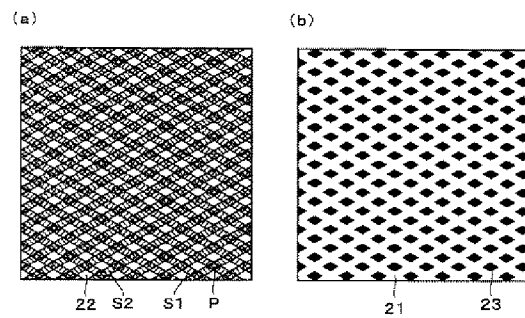
- 1 無反射構造
- 11 凸部
- 21 基板
- 22 レジスト
- 23 クロム
- 24 マスク材料
- S1、S2 干渉縞
- P 干渉縞交差部

Λ 配列ピッチ

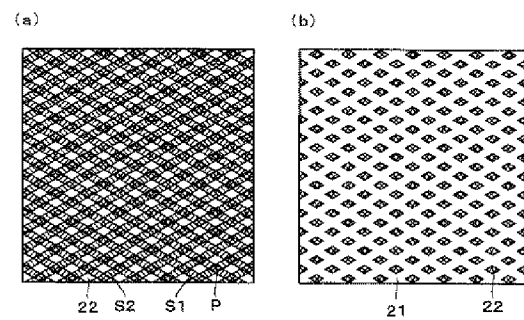
【図1】



【図2】



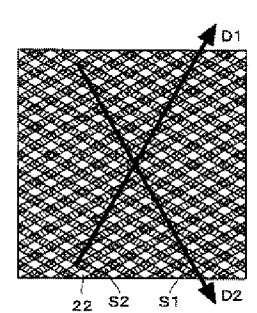
【図3】



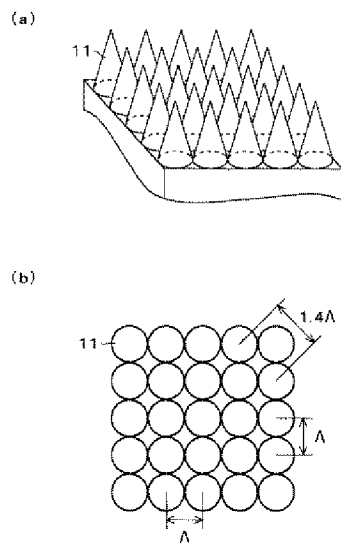
【図4】



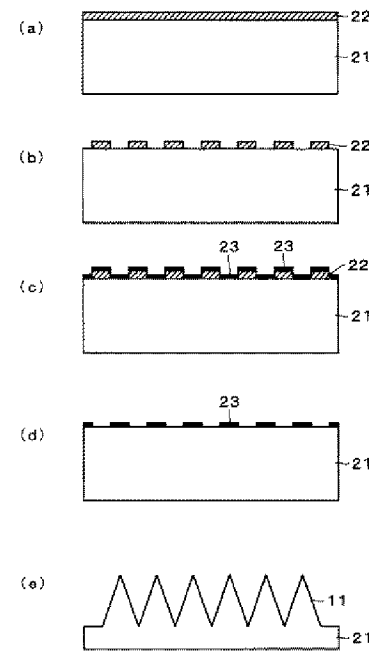
【図5】



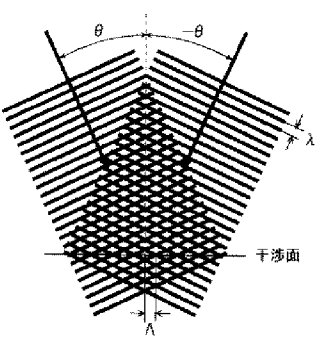
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

